

特開平 8-62728

- (19) Japanese Patent Office (JP)
- (12) Patent Office Gazette (A)
- (11) Patent No. 8-62728
- (43) Laid-open date: March 8, 1996
- (21) Application No. 6-196957
- (22) Application date: August 22, 1994
- (71) Applicant: 000006035

Mitsubishi Rayon Co., Ltd.

3-19, Kyobashi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo

- (72) Inventor: Tomihito MORISHITA

138-6, Aza-Dainoue (?), Miizugahara, Kumagaya-shi,  
Saitama

- (72) Inventor: Hideki SHIBA

c/o Mitsubishi Rayon Co., Ltd., 3-19, Kyobashi 2-chome,  
Chuo-ku, Tokyo

特開平 8-62728

(54) [Title of the Invention]

FRESNEL LENS SHEET AND TRANSMISSION SCREEN

(57) [Abstract]

[Purpose] To provide an excellent transmission screen which substantially reduces moiré without image degradation such as image blurring or brightness deterioration and provides a wide angle of visual field in the vertical direction.

[Constitution] The lens surface of each lens unit of a Fresnel lens is convex and/or concave with a circular arc-like cross section.

特開平 8-62728

[Claims]

[Claim 1]

A Fresnel lens sheet to be combined with a lenticular lens sheet to constitute a transmission screen, characterized in that the lens surface of each lens unit in a Fresnel lens is convex and/or concave with a circular arc-like cross section.

[Claim 2]

A transmission screen consisting of a Fresnel lens and a lenticular lens, characterized in that the lens surface of each lens unit in a Fresnel lens is convex and/or concave with a circular arc-like cross section.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Field of Utilization]

The present invention relates to a Fresnel lens sheet and a transmission screen which are used as screens for projection televisions, microfilm readers or the like, and more particularly to a Fresnel lens sheet and a transmission screen which provide a high quality image with remarkably reduced moiré.

[0002]

[Prior Art]

A transmission screen which is used for a back projection television, etc. is designed to diffuse projected light to

特開平 8-62728

assure screen brightness and brightness uniformity and to assure brightness of an image to some extent even when the image is viewed obliquely. Generally, this kind of transmission screen has a Fresnel lens on the light source side and a black-striped lenticular lens on the viewer side. The Fresnel lens directs incident rays from the light source toward the viewer, making sure that the four corners of the screen and their vicinities are not dark. The lenticular lens mixes red, green and blue color light rays (RGB) coming from a 3-tube projector and provides color uniformity, and also diffuses light rays horizontally to widen the horizontal angle of visual field.

[0003]

The transmission screen is available in different types: one type consists of a substrate which has a Fresnel lens on the light source side surface and a lenticular lens on the viewer side surface; and another type consists of a Fresnel lens sheet with a Fresnel lens on one side and a lenticular lens sheet with a lenticular lens on one side or both sides. Transmission type screens consisting of a Fresnel lens sheet and a lenticular lens sheet include: one which has the lens surface of the Fresnel lens sheet on the light source side and one which has the lens surface of the Fresnel lens sheet on the lenticular lens sheet side.

[0004]

In these transmission screens, since the Fresnel lens and the lenticular lens are close to each other, moiré is likely to occur partially due to interference between a circular light/dark pattern generated by the Fresnel lens and a vertical pattern by the lenticular lens. In short, they have the problem of image degradation due to moiré. Particularly in a transmission screen in which the lens surface of the Fresnel lens sheet is on the lenticular lens sheet side, moiré easily occurs because the Fresnel lens is adjacent to the lenticular lens.

[0005]

In order to reduce moiré, the addition of a light diffusion function to the Fresnel lens sheet has been proposed. Generally, a light diffusion function is provided by using a light-diffusing agent. For example, a light-diffusing agent is added to the whole Fresnel lens sheet, or the base layer of the Fresnel lens sheet, or the lens layer of the Fresnel lens sheet.

[0006]

[Problems to be Solved by the Invention]

However, in order to reduce moiré substantially by the use of a light-diffusing agent, it is necessary to use a large amount of light-diffusing agent. In short, this method has the problem that brightness deterioration and image degradation may occur due to a drop in brightness. Another

problem is that if a light-diffusing agent is added to the whole Fresnel lens sheet or its base layer, the distance from the point where incident light rays on the screen are diffused by the light-diffusing agent to the point where they reach the lenticular lens is long and the image blurs. Also, if a light-diffusing agent is added to the lens layer, the problem is that the thickness of the light diffusion layer differs between the periphery of each lens unit and its center, resulting in brightness unevenness. Therefore, an object of the present invention is to provide a Fresnel lens sheet and a transmission screen which substantially reduce moiré without image degradation such as brightness deterioration or image blurring.

[0007]

[Means for Solving the Problem]

As a result of concentrated efforts to study the shape of the Fresnel lens in view of the above problems of the prior art, the present inventors have reached the present invention. According to the present invention, a Fresnel lens sheet is combined with a lenticular lens sheet to constitute a transmission screen. It is characterized in that the lens surface of each lens unit in a Fresnel lens is convex and/or concave with a circular arc-like cross section. According to the present invention, a transmission screen consists of a Fresnel lens and a lenticular lens. It

is also characterized in that the lens surface of each lens unit in a Fresnel lens is convex and/or concave with a circular arc-like cross section.

[0008]

According to the present invention, in a Fresnel lens sheet and a transmission screen, a Fresnel lens 1 consists of lens units 2 each of which has a curved (convex or concave) lens surface 3 with a circular arc-like cross section as shown in Figs.1 to 3. When the lens surface 3 of the Fresnel lens 1 is convex and/or concave with a circular arc-like cross section, light rays emitted from the lens surface 3 are diffused, a light/dark pattern generated by the Fresnel lens 1 is decreased, moiré is substantially reduced and the angle of visual field in the vertical direction is widened.

[0009]

The lens surface 3 of the Fresnel lens 1 may consist of one convex or concave with a circular arc-like cross section as shown in Fig.1 or two or more convexes or concaves with a circular arc-like cross section as shown in Figs.2 and 3 or a convex-concave combination with a circular arc-like cross section. From the viewpoints of productivity and light diffusion characteristics of the Fresnel lens, preferably the lens surface should consist of two or more convexes or concaves with a circular arc-like cross section and more preferably two to five convexes or concaves with

a circular arc-like cross section. According to the present invention, the Fresnel lens 1 may consist of a combination of lens units with an arc-cross-sectional convex lens surface and lens units with an arc-cross-sectional concave lens surface.

[0010]

In the present invention, the size of an arc-cross-sectional convex or concave constituting the lens surface 3 of the Fresnel lens 1 may be selected depending on the size of the Fresnel lens 1 or other factors and there is no special limitation on it. However, from the viewpoints of moiré reduction, angle of visual field in the vertical direction and brightness, it is desirable that the ratio of pitch (P) to curvature radius (r),  $P/r$ , be in the range of 0.05-1.0 and more desirable that  $P/r$  be in the range of 0.1-0.9. The reason is as follows. There is a tendency that if  $P/r$  is less than 0.05, rays emitted from the lens surface 3 are not diffused sufficiently and the effect of moiré reduction is insufficient and the angle of visual field in the vertical direction is not wide enough. On the other hand, there is a tendency that if  $P/r$  is above 1.0, the brightness lowers and a bright image is not obtained. Especially, when the lens surface 3 of the Fresnel lens 1 is concave with a circular arc-like cross section, it is desirable to make  $P/r$  be in the range of 0.05-0.5 and more desirable to make it



特開平 8-62728

be in the range of 0.07-0.4.

[0011]

In the present invention, it is desirable to make the lens surface 3 of the Fresnel lens 1 concave with a circular arc-like cross section from the viewpoints of moiré reduction and prevention of brightness deterioration. This is because if the lens surface 3 is convex with a circular arc-like cross section, in order to achieve a certain light diffusion performance its curvature radius must be larger than when it is concave with a circular arc-like cross section, and in this case, there is a tendency that the brightness deteriorates and a sufficiently bright image is not obtained. Also, if the lens surface 3 is convex with a circular arc-like cross section, light rays which pass through the lens surface 3 are once concentrated and then diffused, which may unfavorably affect moiré because of light concentration.

[0012]

In the Fresnel lens according to the present invention, only the lens surfaces of lens units in the area where moiré easily occurs may be convex and/or concave with a circular arc-like cross section. For example, if the lens surfaces of lens units within a radius of 10 cm from the center are flat and the lens surfaces of lens units in the remaining area are convex or concave with a circular arc-like cross section, a phenomenon that the central part of the image

becomes whitish or blurred because of diffuse reflection or brightness deterioration in the center is prevented and moiré in the peripheral area is substantially reduced.

[0013]

According to the present invention, the base material for the Fresnel lens is a synthetic resin with a high light transmittance such as acrylic resin, polycarbonate resin, olefin resin, styrene resin, vinyl chloride resin or a mixture of these. The Fresnel lens is manufactured by an ordinary method such as casting, injection molding, hot press molding or the use of active energy ray-curable resin. In the present invention, a small amount of light-diffusing agent such as alumina, silica or calcium carbonate or polymer beads may be added for the purpose of widening the angle of visual field in the vertical direction to the extent that the brightness is not unfavorably affected.

[0014]

A Fresnel lens sheet 4 having the Fresnel lens 1 with the above lens surface shape, combined with a lenticular lens sheet 5, constitutes a transmission screen, as shown in Fig.4. In the transmission screen of Fig.4, the lenticular lens sheet 5 is on the viewer side and the Fresnel lens sheet 4 is on the light source side with its Fresnel lens surface on the side of the lenticular lens sheet 5. The present invention is particularly suitable for a transmission screen

like this in which moiré easily occurs. However, the invention is not limited thereto. Alternatively, the transmission screen may be such that the Fresnel lens surface of the Fresnel lens sheet 5 is on the light source side or the transmission screen may be a single structure composed of a Fresnel lens on the light source side and a lenticular lens on the viewer side, provided that the lens surface of the Fresnel lens 1 has a shape as mentioned above.

[0015]

According to the present invention, the lenticular lens sheet 5 is made of a synthetic resin with a high light transmittance such as acrylic resin, polycarbonate resin, olefin resin, styrene resin, vinyl chloride resin or a mixture of these. It is manufactured by an ordinary method such as extrusion, casting, injection molding, or hot press molding.

[0016]

The shape of the lenticular lens of the lenticular lens sheet 5 is not limited. The cross section of the lenticular lens may be circular arc-like as usual (semicircular or semi-elliptic). The lenticular lens sheet 5 may be a single-sided lenticular lens sheet with a lenticular lens on either the exit plane or the entrance plane, or a double-sided lenticular lens sheet with lenticular lenses on both the exit and entrance planes. The viewer side surface

特開平 8-62728

of the lenticular lens sheet 5 has black stripes 6 for improving image contrast.

[0017]

In the present invention, the following relation between the Fresnel lens pitch and the lenticular lens pitch is desirable for further reduction in moiré caused by the Fresnel lens and lenticular lens. When the Fresnel lens pitch is expressed by 1, it is desirable that the lenticular lens pitch be in the range of  $N+0.35-0.43$ , or  $N+0.55-0.73$ ,  $1/(N+0.35-0.43)$  or  $1/(N+0.55-0.73)$ . Here,  $N$  denotes a natural number between 1-12.

[0018]

[Preferred Embodiments]

Next, the present invention will be concretely described by way of preferred embodiments.

Embodiment 1

Using a brass lens mold which has a series of three arc-cross-sectional convexes with 0.06 mm pitch and 0.16 mm curvature radius in the lens surface of each lens unit and provides a circular Fresnel lens pattern with 0.12 mm pitch, a 3 mm thick transparent methacrylic resin plate (Acrylite #001, made by Mitsubishi Rayon Co., Ltd.) was molded by a hot press process. As a consequence, a Fresnel lens sheet 4 as shown in Fig.2 was obtained where the lens surface 3 of each lens unit has a series of three arc-cross-sectional

特開平 8-62728

concaves with 0.06 mm pitch and 0.16 mm curvature radius.

[0019]

The obtained Fresnel lens sheet 4 was combined with a 0.41 mm-pitch lenticular lens sheet 5 having black stripes 6 on the front side as shown in Fig.4 and the combined sheet was attached to a projection television, as a transmission screen and an image thereon and moiré were observed. As a result, virtually no moiré was observed and a bright high-quality image was obtained with a gain ( $G_0$ ) of 4.3. Also a wide angle of visual field in the vertical direction was attained with a vertical directivity ( $\alpha_V$ ) of 9 degrees.

[0020]

Embodiment 2

Using a brass lens mold which has a series of two arc-cross-sectional concaves with 0.06 mm pitch and 0.074 mm curvature radius in the lens surface of each lens unit and provides a circular Fresnel lens pattern with 0.12 mm pitch, a 3 mm thick transparent methacrylic resin plate (Acrylite #001, made by Mitsubishi Rayon Co., Ltd.) was molded by a hot press process. As a consequence, a Fresnel lens sheet 4 was obtained where the lens surface of each lens unit has a series of two arc-cross-sectional convexes with 0.06 mm pitch and 0.74 mm curvature radius.

[0021]

The obtained Fresnel lens sheet 4 was combined with a

0.41 mm-pitch lenticular lens sheet 5 which has black stripes 6 on the front side and the combined sheet was attached to a projection television, as a transmission screen and an image thereon and moiré were observed. As a result, virtually no moiré was observed and a high quality image was obtained though the gain ( $G_0$ ) was slightly low at 2.2. Also a wide angle of visual field in the vertical direction was attained with a vertical directivity ( $\alpha_V$ ) of 18 degrees.

[0022]

#### Embodiment 3

Using a brass lens mold in which the lens surface of each lens unit within a radius of 10 cm from the center is flat and the lens surface of each lens unit in the remaining area has a series of three arc-cross-sectional convexes with 0.06 mm pitch and 0.16 mm curvature radius and a circular Fresnel lens pattern with 0.12 mm pitch is provided, a 3 mm thick transparent methacrylic resin plate (Acrylite #001, made by Mitsubishi Rayon Co., Ltd.) was molded by a hot press process. As a consequence, a Fresnel lens sheet 4 was obtained where the lens surface of each lens unit within a radius of 10 cm from the center is flat and the lens surface 3 of each lens unit in the remaining area has a series of three arc-cross-sectional concaves with 0.06 mm pitch and 0.16 mm curvature radius.

[0023]

The obtained Fresnel lens sheet 4 was combined with a 0.41 mm-pitch lenticular lens sheet 5 which has black stripes 6 on the front side as shown in Fig.4 and the combined sheet was attached to a projection television, as a transmission screen and an image thereon and moiré were observed. As a result, virtually no moiré was observed and a bright high-quality image was obtained with a gain ( $G_0$ ) of 4.5. Especially no image degradation in the center was observed. Also a wide angle of visual field in the vertical direction was attained with a vertical directivity ( $\alpha_V$ ) of 9 degrees.

[0024]

#### Comparative Example 1

Using a brass lens mold which has a flat lens surface in each lens unit to provide a circular Fresnel lens pattern with 0.12 mm pitch, a 3 mm thick transparent methacrylic resin plate (Acrylite #001, made by Mitsubishi Rayon Co., Ltd.) was molded by a hot press process. As a consequence, a Fresnel lens sheet 4 was obtained. The obtained Fresnel lens sheet 4 was combined with a 0.41 mm-pitch lenticular lens sheet 5 which has black stripes 6 on the front side as shown in Fig.4 and the combined sheet was attached to a projection television, as a transmission screen and an image thereon and moiré were observed. As a result, considerable moiré was observed though a bright image was obtained with a gain ( $G_0$ ) of 5.0. Also the angle of visual field in the vertical

特開平 8-62728

direction was slightly narrow with a vertical directivity ( $\alpha_V$ ) of 7 degrees.

[0025]

## Comparative Example 2

The Fresnel lens sheet 4 was obtained in the same way as in the case of comparative example 1 except that methacrylic resin plate containing 0.3 weight percent silica granules with a grain size of 4  $\mu\text{m}$  was used. The obtained Fresnel lens sheet 4 was combined with a 0.41 mm-pitch lenticular lens sheet 5 which has black stripes 6 on the front side as shown in Fig.4 and the combined sheet was attached to a projection television, as a transmission screen and an image thereon and moiré were observed. As a result, a bright image was obtained with a gain ( $G_0$ ) of 4.3 and the angle of visual field in the vertical direction was wide with a vertical directivity ( $\alpha_V$ ) of 9 degrees, but considerable moiré was observed.

[0026]

## Comparative Example 3

The Fresnel lens sheet 4 was obtained in the same way as in the case of comparative example 1 except that methacrylic resin plate containing 5 weight percent silica granules with a grain size of 4  $\mu\text{m}$  was used. The obtained Fresnel lens sheet 4 was combined with a 0.41 mm-pitch lenticular lens sheet 5 which has black stripes 6 on the front



side as shown in Fig.4 and the combined sheet was attached to a projection television, as a transmission screen and an image thereon and moiré were observed. As a result, the angle of visual field in the vertical direction was wide with a vertical directivity ( $\alpha_V$ ) of 12 degrees but the gain ( $G_0$ ) was slightly low at 3.3 and moiré was observed.

[0027]

It has been found that the transmission screens which use a Fresnel lens sheet according to the first and third embodiments of the present invention cause no moiré, image blurring and brightness deterioration and provide a wide angle of visual field in the vertical direction. The transmission screen according to the second embodiment has been found to cause no moiré and provide a sufficiently wide angle of visual field in the vertical direction and have no problem in practical use though overall image brightness is somewhat low. On the other hand, with the transmission screen as comparative example 1, moiré was considerable and the image was not clear and the angle of visual field in the vertical direction was slightly narrow though image blurring and brightness deterioration were not observed. With the transmission screen as comparative example 2, though brightness deterioration was not observed and the angle of visual field in the vertical direction was wide, moiré was considerable and the image was slightly blurred and not clear.

With the transmission screen as comparative example 3, moiré was observed and the image was blurred and not clear though the angle of visual field in the vertical direction was wide.

[0028]

[Effects of the Invention]

The Fresnel lens sheets and transmission screens according to the present invention use a Fresnel lens with a specific lens surface shape which prevents image degradation such as image blurring or brightness deterioration and substantially reduces moiré and provides a wide angle of visual field in the vertical direction.

[Brief Description of the Drawings]

Fig.1 is a fragmentary sectional view showing the structure of a Fresnel lens sheet according to the present invention.

Fig.2 is a fragmentary sectional view showing the structure of a Fresnel lens sheet according to the present invention.

Fig.3 is a fragmentary sectional view showing the structure of a Fresnel lens sheet according to the present invention.

Fig.4 is a sectional view showing the structure of a transmission screen according to the present invention.

1: Fresnel lens

2: Lens unit

特開平 8-62728

3: Lens surface

4: Fresnel lens sheet

5: Lenticular lens sheet

6: Black stripes

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-62728

(43) 公開日 平成8年(1996)3月8日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 B 21/62				
G 0 2 B 3/08				

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

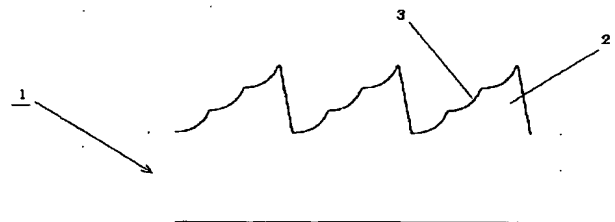
(21) 出願番号	特願平6-196957	(71) 出願人	000006035 三菱レイヨン株式会社 東京都中央区京橋2丁目3番19号
(22) 出願日	平成6年(1994)8月22日	(72) 発明者	森下 富仁 埼玉県熊谷市御稔威ヶ原字代の上138-6
		(72) 発明者	柴 英樹 東京都中央区京橋2丁目3番19号 三菱レイヨン株式会社内

(54) 【発明の名称】 フレネルレンズシートおよび透過型スクリーン

## (57) 【要約】

【目的】 画像のぼけや輝度の低下等の画像の劣化を招くことなく、モアレを著しく軽減できるとともに、垂直方向の視野角の広い優れた透過型スクリーンを提供する。

【構成】 フレネルレンズの各レンズ単位のレンズ面が断面円弧状の凸状および／または凹状に形成されているフレネルレンズシートおよび透過型スクリーン。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レンチキュラーレンズシートと組み合わせて透過型スクリーンを構成するフレネルレンズシートにおいて、フレネルレンズの各レンズ単位のレンズ面が断面円弧状の凸状および／または凹状に形成されていることを特徴とするフレネルレンズシート。

【請求項 2】 フレネルレンズとレンチキュラーレンズとから構成される透過型スクリーンにおいて、フレネルレンズの各レンズ単位のレンズ面が断面円弧状の凸状および／または凹状に形成されていることを特徴とする透過型スクリーン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、プロジェクションテレビやマイクロフィルムリーダー等の画面として用いられるフレネルレンズシートおよび透過型スクリーンに関するものであり、さらに詳しくは、モアレが著しく軽減された高品質の画像を提供できるフレネルレンズシートおよび透過型スクリーンに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 背面投写型プロジェクションテレビ等において使用される透過型スクリーンは、投影光を拡散して画面の明るさおよび均一性が得られるように、また斜め方向から観察した場合でもある程度の明るい像が観察できるようにしている。このような透過型スクリーンは、一般的に、光源側にフレネルレンズを、観察側にブラックストライプ加工を施したレンチキュラーレンズを配置した構成となっている。フレネルレンズは、光源から入射した光線を観察者の方向に向け、画面の四隅周辺が暗くならないようにしている。また、レンチキュラーレンズは、3管式のプロジェクターから入射した赤、緑、青の3色(RGB)の光のミキシングを行いカラーユニフォーミティーを与えるとともに、水平方向へ光線を拡散させ水平視野角を広げている。

【0003】 透過型スクリーンには、光源側の面にフレネルレンズを形成し、観察側の面にレンチキュラーレンズを形成した単一基材から構成されるもの、片面にフレネルレンズを形成したフレネルレンズシートと、片面あるいは両面にレンチキュラーレンズを形成したレンチキュラーレンズシートとから構成されるもの等がある。フレネルレンズシートとレンチキュラーレンズシートから構成される透過型スクリーンとしては、フレネルレンズシートのレンズ面を光源側に配置したもの、フレネルレンズシートのレンズ面をレンチキュラーレンズシート側に配置したもの等がある。

【0004】 これらの透過型スクリーンでは、いずれもフレネルレンズとレンチキュラーレンズが接近して配置されるため、フレネルレンズによって形成される円形の明暗パターンとレンチキュラーレンズの縦方向のパターンとの干渉による部分的なモアレが発生しやすく、モアレ

レによる画質の劣化という問題点を有していた。特に、フレネルレンズシートのレンズ面をレンチキュラーレンズシート側に配置した透過型スクリーンでは、フレネルレンズとレンチキュラーレンズが隣接して配置されることになり、モアレが発生しやすいものであった。

【0005】 このようなモアレの軽減を目的として、フレネルレンズシートに光拡散機能を付与させる方法が提案されている。一般的に、光拡散機能としては、光拡散剤を用いることによって、光を拡散させる方法が行われている。例えば、フレネルレンズシート全体に光拡散剤を混入させる方法、フレネルレンズシートの基材層に光拡散剤を混入させる方法、フレネルレンズシートのレンズ層に光拡散剤を混入させる方法等が挙げられる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、光拡散剤を使用する方法では、モアレを著しく軽減させるためには多量の光拡散剤を使用する必要があり、輝度の低下による明るさの低下、画質の劣化という問題点を有していた。また、フレネルレンズシート全体に光拡散剤を混入させる方法や基材層に光拡散剤を混入させる方法では、スクリーンに入射した入射光が光拡散剤により拡散されてからレンチキュラーレンズに達するまでの距離が長くなり、画像がぼけてしまうという問題点を有していた。さらに、レンズ層に光拡散剤を混入させる方法では、各レンズ単位で周辺部と中心部での光拡散層の厚さが異なり、輝度に差が生じてしまうという問題点を有していた。そこで、本発明の目的は、輝度の低下や画像のぼけ等の画質劣化がなく、モアレを著しく軽減できるフレネルレンズシートおよび透過型スクリーンを提供するものである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者等は、上記従来技術の有する問題点を鑑み、フレネルレンズのレンズ形状について鋭意検討を行った結果、本発明に到達したものである。すなわち、本発明のフレネルレンズシートは、レンチキュラーレンズシートと組み合わせて透過型スクリーンを構成し、フレネルレンズの各レンズ単位のレンズ面が断面円弧状の凸状および／または凹状に形成されていることを特徴とするものである。また、本発明の透過型スクリーンは、フレネルレンズとレンチキュラーレンズとから構成され、フレネルレンズの各レンズ単位のレンズ面に断面円弧状の凸状および／または凹状に形成されていることを特徴とするものである。

【0008】 本発明のフレネルレンズシートおよび透過型スクリーンは、図1～図3に例示したように、フレネルレンズ1の各レンズ単位2のレンズ面3が断面円弧状の凸状あるいは凹状からなる曲面から構成されている。このように、フレネルレンズ1のレンズ面3を断面円弧状の凸状および／または凹状に形成することによって、レンズ面3から出射する光線が拡散され、フレネルレン

ズ1によって形成される光線の明暗パターンが軽減され、モアレを著しく軽減することができるとともに、垂直方向の視野角も広げることができる。

【0009】フレネルレンズ1のレンズ面3は、図1に示したように1個の断面円弧状の凸状あるいは凹状で形成してもよく、図2および図3に示したように2個以上の断面円弧状の凸状あるいは凹状で形成してもよい、断面円弧状の凸状および凹状を組合せて形成してもよい。フレネルレンズの生産性や光の拡散特性等の観点から、2個以上の断面円弧状の凸状あるいは凹状でレンズ面を形成したものが好ましく、さらに好ましくは2～5個の断面円弧状の凸状あるいは凹状で形成したものである。また、本発明においては、フレネルレンズ1として、レンズ面を断面円弧状の凸状に形成したレンズ単位と、レンズ面を断面円弧状の凹状に形成したレンズ単位とを混在した構成とすることもできる。

【0010】本発明において、フレネルレンズ1のレンズ面3を構成する断面円弧状の凸状あるいは凹状の大きさは、フレネルレンズ1の大きさ等によって適宜選定され、特に限定されるものではないが、モアレの軽減、垂直方向の視野角および輝度等の観点からは、ピッチ

(P)と曲率半径(r)との比( $P/r$ )を0.05～1.0の範囲とすることが好ましく、さらに好ましくは0.1～0.9の範囲である。これは、ピッチ(P)と曲率半径(r)との比( $P/r$ )が0.05未満であると、レンズ面3から出射する光線が十分に拡散されず、モアレの軽減効果が不十分となるとともに、垂直方向の視野角の広がりも十分でなくなる傾向にあるためであり、逆に1.0を超えると輝度が低下して明るい画像が得られなくなる傾向にあるためである。特に、フレネルレンズ1のレンズ面3が断面円弧状の凹状に形成される場合には、そのピッチ(P)と曲率半径(r)との比( $P/r$ )を0.05～0.5の範囲とすることが好ましく、さらに好ましくは0.07～0.4の範囲である。

【0011】なお、本発明においては、フレネルレンズ1のレンズ面3は断面円弧状の凹状に形成することが、モアレの軽減や輝度の低下抑制等の観点から好ましい。これは、レンズ面3を断面円弧状の凸状に形成する場合には、断面円弧状の凹状に形成する場合と比較して、同等の光線の拡散性能を得るためにはその曲率半径を大きくする必要があり、透過型スクリーンとしての輝度が低下して十分に明るい画像が得られない傾向にあるためである。また、レンズ面3を断面円弧状の凸状に形成する場合には、レンズ面3を通過した光線は一旦集光した後に拡散するために、集光によりモアレに好ましくない影響を及ぼす場合があるためである。

【0012】本発明のフレネルレンズにおいては、モアレの発生しやすい部分のレンズ単位のレンズ面のみを断面円弧状の凸状および/または凹状に形成してもよい。

例えば、中心から半径10cm程度の範囲のレンズ単位のレンズ面は平坦な面とし、それ以外の部分のレンズ単位のレンズ面を断面円弧状の凸状および/または凹状に形成することによって、中心部での乱反射や輝度低下による中心部の画像が白っぽくなったり、画像がぼけたりするという現象を招くことなく、周辺部でのモアレを著しく軽減できる。

【0013】本発明のフレネルレンズは、アクリル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、オレフィン系樹脂、スチレン系樹脂、塩化ビニル系樹脂あるいはこれらの混合樹脂等の光透過性の良い合成樹脂基材から構成されており、鑄込み成形法、射出成形法、熱プレス成形法あるいは活性エネルギー線硬化型樹脂を用いる方法等の通常使用されている方法によって製造される。また、本発明においては、垂直方向の視野角をより広げる等の目的で、アルミナ、シリカ、炭酸カルシウム、ポリマービーズ等の光拡散剤を、輝度を損なわない程度の少量であれば添加してもよい。

【0014】上記のようなレンズ面形状のフレネルレンズ1を備えたフレネルレンズシート4は、例えば、図4に示したように、レンチキュラーレンズシート5と組合せて透過型スクリーンを構成する。図4に示した透過型スクリーンにおいては、観察側にレンチキュラーレンズシート5が配置され、光源側にフレネルレンズ面がレンチキュラーレンズシート5側に位置するようにしてフレネルレンズシート4が配置されている。本発明においては、モアレが発生しやすいこのような構成の透過型スクリーンに特に適したものであるが、これに限定されるものではなく、フレネルレンズ1を上記のようなレンズ面形状とした透過型スクリーンであれば、例えば、フレネルレンズシート5のフレネルレンズ面が光源側に位置するように配置した構成のものでもよいし、光源側の面にフレネルレンズを形成し観察側の面にレンチキュラーレンズを形成した単一構成のものでもよい。

【0015】本発明のレンチキュラーレンズシート5は、アクリル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、オレフィン系樹脂、スチレン系樹脂、塩化ビニル系樹脂あるいはこれらの混合樹脂等の光透過性の良い合成樹脂から構成されており、押出成形法、鑄込み成形法、射出成形法あるいは加熱プレス成形法等の通常使用されている方法によって製造される。

【0016】レンチキュラーレンズシート5に形成されるレンチキュラーレンズのレンズ形状は、特に限定されるものではなく、通常使用されている断面半円状、断面半楕円状等の断面円弧状レンチキュラーレンズの形状が使用できる。また、レンチキュラーレンズシート5としては、出射面あるいは入射面のいずれか一方にレンチキュラーレンズが形成された片面レンチキュラーレンズシート、出射面および入射面の両方にレンチキュラーレンズが形成された両面レンチキュラーレンズシートが使用

できる。さらに、レンチキュラーレンズシート5の観察側の面には、画像のコントラストを向上させる目的で、レンチキュラーレンズの光不透過部にブラックストライプ6が形成されている。

【0017】また、本発明においては、フレネルレンズとレンチキュラーレンズによるモアレをより軽減させるために、フレネルレンズのピッチを1としたときに、レンチキュラーレンズのピッチが $N+0.35\sim0.43$ 、 $N+0.55\sim0.73$ 、 $1/(N+0.35\sim0.43)$ または $1/(N+0.55\sim0.73)$ の範囲とすることが好ましい。但し、 $N$ は1~12の自然数である。

【0018】

【実施例】以下、実施例によって本発明を具体的に説明する。

#### 実施例1

各レンズ単位のレンズ面にピッチ0.06mm、曲率半径0.16mmの断面円弧状の凸状部が連続して3個形成され、ピッチ0.12mmのサーキュラーフレネルレンズパターンを有する黄銅製のレンズ型を用いて、厚さ3mmの透明メタクリル樹脂板（三菱レイヨン社製アクリライトL#001）を加熱プレス法により成形して、図2に示したような各レンズ単位のレンズ面3がピッチ0.06mm、曲率半径0.16mmの断面円弧状の凹状が3個連続した曲面で形成されたフレネルレンズシート4を得た。

【0019】得られたフレネルレンズシート4と、前面にブラックストライプ6を施したピッチ0.41mmのレンチキュラーレンズシート5とを、図4に示したように組合せ、プロジェクションテレビに透過型スクリーンとして取付け、その映像およびモアレを観察した。その結果、モアレはほとんど見られず、ゲイン( $G_0$ )が4.3と明るく高品質の画像が得られた。また、垂直指向性( $\alpha V$ )が9度と垂直方向の視野角も広いものであった。

#### 【0020】実施例2

各レンズ単位のレンズ面にピッチ0.06mm、曲率半径0.074mmの断面円弧状の凹状部が連続して2個形成され、ピッチ0.12mmのサーキュラーフレネルレンズパターンを有する黄銅製のレンズ型を用いて、厚さ3mmの透明メタクリル樹脂板（三菱レイヨン社製アクリライトL#001）を加熱プレス法により成形して、各レンズ単位のレンズ面がピッチ0.06mm、曲率半径0.74mmの断面円弧状の凸状が2個連続した曲面で形成されたフレネルレンズシート4を得た。

【0021】得られたフレネルレンズシート4と、前面にブラックストライプ6を施したピッチ0.41mmのレンチキュラーレンズシート5を組合せ、プロジェクションテレビに透過型スクリーンとして取付け、その映像およびモアレを観察した。その結果、ゲイン( $G_0$ )が

2.2とやや低いものであったが、モアレはほとんど見られない高品質の画像が得られた。また、垂直指向性( $\alpha V$ )が18度と垂直方向の視野角も広いものであった。

#### 05 【0022】実施例3

中心部から半径10cm以内の部分の各レンズ単位のレンズ面が平坦面で、それ以外の各レンズ単位のレンズ面にピッチ0.06mm、曲率半径0.16mmの断面円弧状の凸状部が連続して3個形成され、ピッチ0.12mmのサーキュラーフレネルレンズパターンを有する黄銅製のレンズ型を用いて、厚さ3mmの透明メタクリル樹脂板（三菱レイヨン社製アクリライトL#001）を加熱プレス法により成形して、中心部から半径10cm以内の部分の各レンズ単位のレンズ面が平坦面で、それ以外の部分の各レンズ単位のレンズ面がピッチ0.06mm、曲率半径0.16mmの断面円弧状の凹状が3個連続した曲面で形成されたフレネルレンズシート4を得た。

【0023】得られたフレネルレンズシート4と、前面にブラックストライプ6を施したピッチ0.41mmのレンチキュラーレンズシート5とを、図4に示したように組合せ、プロジェクションテレビに透過型スクリーンとして取付け、その映像およびモアレを観察した。その結果、モアレはほとんど見られず、ゲイン( $G_0$ )が4.5と明るく高品質の画像が得られた。特に、中心部での画像の劣化は全く認められなかった。また、垂直指向性( $\alpha V$ )が9度と垂直方向の視野角も広いものであった。

#### 【0024】比較例1

30 各レンズ単位のレンズ面が平面状のピッチ0.12mmのサーキュラーフレネルレンズパターンを有する黄銅製のレンズ型を用いて、厚さ3mmの透明メタクリル樹脂板（三菱レイヨン社製アクリライトL#001）を加熱プレス法により成形してフレネルレンズシート4を得た。得られたフレネルレンズシート4と、前面にブラックストライプ6を施したピッチ0.41mmのレンチキュラーレンズシート5とを、図4に示したように組合せ、プロジェクションテレビに透過型スクリーンとして取付け、その映像およびモアレを観察した。その結果、ゲイン( $G_0$ )が5.0と明るい画像が得られたが、モアレが著しいものであった。また、垂直指向性( $\alpha V$ )は7度と垂直方向の視野角もやや狭いものであった。

#### 【0025】比較例2

45 粒径4 $\mu$ mのシリカ粒子を0.3重量%含有するメタクリル樹脂板を使用した以外は比較例1と同様にしてフレネルレンズシート4を得た。得られたフレネルレンズシート4と、前面にブラックストライプ6を施したピッチ0.41mmのレンチキュラーレンズシート5とを、図4に示したように組合せ、プロジェクションテレビに透過型スクリーンとして取付け、その映像およびモアレを

観察した。その結果、ゲイン ( $G_0$ ) が 4.3 と明るい画像が得られ、垂直指向性 ( $\alpha V$ ) は 9 度と垂直方向の視野角も広いものであったが、モアレが著しいものであった。

【0026】比較例 3

粒径  $4\mu m$  のシリカ粒子を 5 重量%含有するメタクリル樹脂板を使用した以外は比較例 1 と同様にしてフレネルレンズシート 4 を得た。得られたフレネルレンズシート 4 と、前面にブラックストライプ 6 を施したピッチ 0.41mm のレンチキュラーレンズシート 5 とを、図 4 に示したように組合せ、プロジェクションテレビに透過型スクリーンとして取付け、その映像およびモアレを観察した。その結果、垂直指向性 ( $\alpha V$ ) は 12 度と垂直方向の視野角は広いものであったが、ゲイン ( $G_0$ ) が 3.3 とやや低く、モアレも見られた。

【0027】本発明のフレネルレンズシートを使用した実施例 1 および 3 の透過型スクリーンは、モアレ、画像のぼけ、明るさの低下もない優れたものであり、垂直方向の視野角の広いものであった。また、実施例 2 では、モアレはなく、垂直方向の視野角も十分に広く、全体的に若干明るさの低下が見られたが実用上は特に問題にならない程度であった。一方、比較例 1 の透過型スクリーンは、画像のぼけや明るさの低下は見られなかったが、モアレが著しく非常に見づらいものであり、垂直方向の視野角のやや狭いものであった。比較例 2 では、明るさの低下がなく、垂直方向の視野角の広いものであった

が、モアレが著しく、画像が若干ぼけてしまい、見づらいものであった。比較例 3 では、垂直方向の視野角の広いものであったが、モアレが発生するとともに、画像がぼけてしまい、見づらいものであった。

05 【0028】

【発明の効果】本発明のフレネルレンズシートおよび透過型スクリーンは、フレネルレンズのレンズ面を特定の形状とすることによって、画像のぼけや輝度の低下等の画像の劣化を招くことなく、モアレを著しく軽減できるとともに、垂直方向の視野角の広い優れた透過型スクリーンを提供できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のフレネルレンズシートの構造を示す部分断面図である。

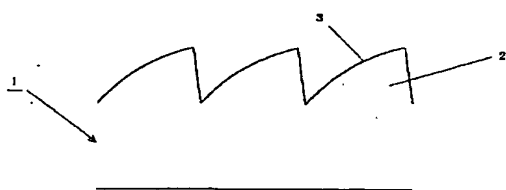
15 【図 2】本発明のフレネルレンズシートの構造を示す部分断面図である。

【図 3】本発明のフレネルレンズシートの構造を示す部分断面図である。

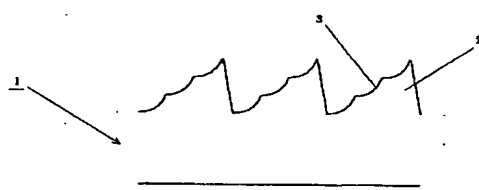
20 【図 4】本発明の透過型スクリーンの構造を示す断面図である。

- 1 : フレネルレンズ
- 2 : レンズ単位
- 3 : レンズ面
- 4 : フレネルレンズシート
- 25 5 : レンチキュラーレンズシート
- 6 : ブラックストライプ

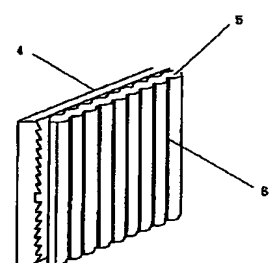
【図 1】



【図 2】



【図 4】



【図 3】

